

Galvanisasi (*hot dip galvanized*) pada besi dan baja fabrikasi - Spesifikasi dan metode pengujian



© BSN 2004

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menyalin atau menggandakan sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun dan dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Gd. Mangala Wanabakti
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.
Telp. +6221-5747043
Fax. +6221-5747045
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Pendahuluan.....	i
Daftar isi	ii
Prakata	iii
1 Ruang lingkup	1
2 Acuan normatif	1
3 Istilah dan definisi.....	1
4 Persyaratan umum.....	2
4.1 Ketel galvanis	2
4.2 Informasi yang harus diberikan oleh pemakai kepada pabrik atau sebaliknya.....	2
4.3 Keselamatan.....	2
5 Pengambilan contoh	3
6 Sifat-sifat lapisan	4
6.1 Penampilan.....	2
6.2 Ketebalan.....	2
6.2.1 Umum	2
6.2.2 Metode uji	2
6.2.3 Lokasi acuan.....	2
6.3 Perbaikan.....	2
6.4 Kerekatan	2
6.5 Kriteria penerimaan	2
7 Sertifikat.....	4
8 Penandaan	4
Lampiran A (normatif) Informasi yang harus diberikan oleh pemakai kepada pabrik galvanis atau sebaliknya.....	5
Lampiran B (normatif) Persyaratan keselamatan dan proses	5
Lampiran C (informatif) Sifat-sifat benda kerja yang akan dilapis yang dapat mempengaruhi hasil galvanis	5
Lampiran D (informatif) Penentuan ketebalan	5
Lampiran E (informatif) Bibliografi	5

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) *Galvanisasi (hot dip galvanized) pada besi dan baja fabrikasi - Spesifikasi dan metode pengujian*, disusun untuk menyediakan standar yang cukup memadai bagi industri galvanis di Indonesia. Di dalam penyusunannya, dilakukan penyesuaian dengan keadaan dan kemampuan dari industri galvanis di Indonesia, namun dengan tidak meninggalkan kemampuan kita di dalam menghadapi pasar bebas.

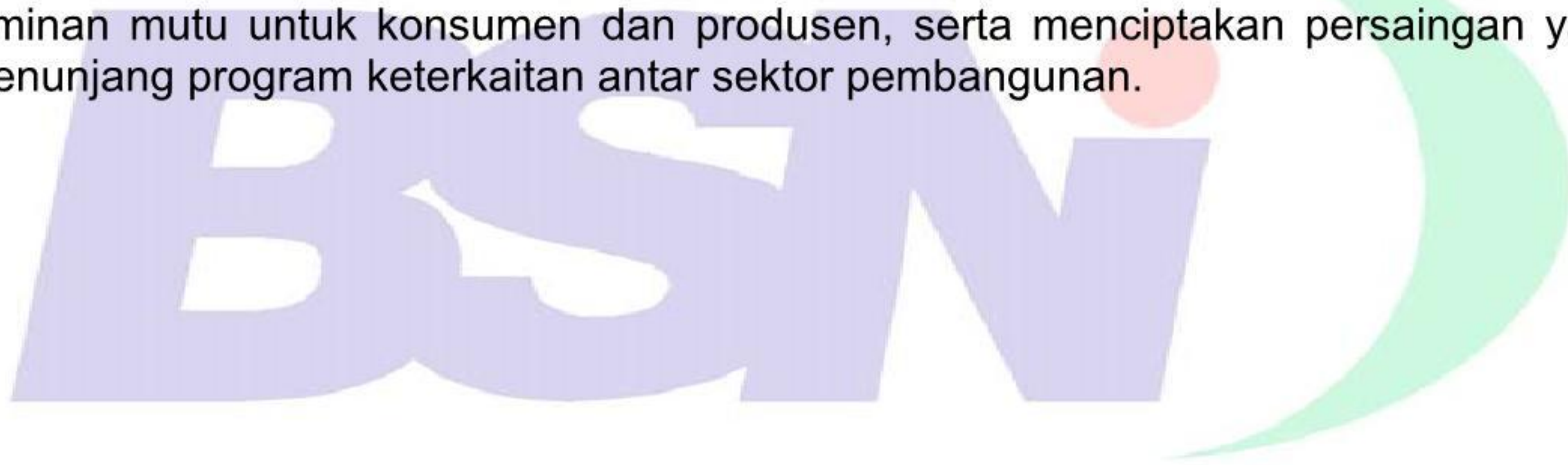


Pendahuluan

Standar Nasional Indonesia (SNI) *Galvanisasi (hot dip galvanized) pada besi dan baja fabrikasi - Spesifikasi dan metode pengujian*, disusun dengan adanya kebutuhan pasar tentang spesifikasi galvanisasi sehingga diharapkan adanya jaminan akan produk yang bermutu sesuai dengan standar yang ditentukan. Dalam hal ini, standar tersebut dapat mencakup seluruh industri baik industri kecil, menengah maupun industri besar.

Standar ini disusun berdasarkan adanya kebutuhan akan ketentuan dari ketebalan lapisan galvanis pada penggunaan produk besi dan baja untuk pembangunan di kota-kota besar, di kawasan industri dan perdagangan yang tidak jauh dari pantai karena letak geografis wilayah Indonesia dengan kelembaban udara yang tinggi, berakibat pada umur layanan konstruksi. Kemudian dikarenakan belum lengkapnya peraturan yang ada di Instansi terkait sehubungan dengan industri galvanis juga menjadi salah satu dasar pemikiran disusunnya standar ini. Standar ini mengacu kepada semua standar internasional yaitu ISO 1461, BS EN ISO 1461, ASTM A 123, JIS H 8461, AS/NZS 4680:1999 dan standar internasional lainnya.

Standar ini diharapkan dapat lebih menyempurnakan interpretasi yang ada selama ini, sehingga pada akhirnya akan dapat lebih meningkatkan kualitas, efisiensi produksi, penghematan biaya, jaminan mutu untuk konsumen dan produsen, serta menciptakan persaingan yang sehat dan menunjang program keterkaitan antar sektor pembangunan.





Galvanisasi (*hot dip galvanized*) pada besi dan baja fabrikasi - Spesifikasi dan metode pengujian

1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan sifat-sifat umum dari dan metode uji yang diterapkan pada benda kerja besi dan baja fabrikasi yang dicelupkan ke dalam seng cair.

Standar ini tidak berlaku untuk :

- a) Lembaran dan kawat yang digalvanis secara kontinyu
- b) Tabung dan pipa yang digalvanis oleh pabrik dengan sistem otomatis
- c) Produk-produk galvanis yang memerlukan SNI tersendiri dan diluar ketentuan yang ada pada standar ini.

Perlakuan dan pelapisan tambahan dari produk yang telah digalvanis tidak diatur dalam standar ini.

CATATAN Untuk produk standar tersendiri dapat mengacu dalam standar pelapisan atau spesifikasi dengan ketebalan pada standar ini.

2 Acuan normatif

EN ISO 1461:1999, *Hot Dip Galvanized coatings on fabricated iron and steel articles - Specifications and test methods.*

ASTM A 123 / A123 M – 00, *Specifications for zinc (Hot dip galvanized) coatings on iron and steel products.*

EN ISO 1460, *Metallic coatings – Hot dip galvanized coatings on ferrous materials - Gravimetric determination of the mass per unit area (ISO 1460:1992).*

EN ISO 2178, *Non-magnetic coatings on magnetic substrate – Measurements of coating thickness – Magnetic method (ISO 2178:1982).*

EN 22063, *Metallic and other inorganic coatings – Thermal spraying – Zinc, aluminium and their alloys (ISO 2063:1991).*

ISO 10474, *Steel and steel products – Inspection documents.*

3 Istilah dan definisi

3.1

galvanisasi (*hot dip galvanized*)

pembentukan suatu lapisan paduan logam antara besi-seng (Fe-Zn) pada permukaan produk-produk besi dan baja dengan mencelupkan ke dalam cairan seng (*zinc*)

3.2

lapisan galvanis

lapisan seng yang diperoleh dari proses pelapisan celup panas

3.3

massa lapisan

massa total seng dan atau paduan logam antara besi-seng (Fe-Zn) per luas permukaan (dinyatakan dalam gram per meter persegi, g/m²)

3.4

ketebalan lapisan

ketebalan lapisan total seng dan atau paduan logam antara besi-seng (Fe-Zn) yang dinyatakan dalam mikron, μm

3.5

permukaan signifikan

bagian dari benda kerja yang tertutup atau harus ditutupi oleh lapisan, yang merupakan lapisan harus nampak dan atau/penting untuk fungsi benda kerja tersebut

3.6

contoh uji

benda kerja atau sekelompok benda kerja dari produk untuk maksud pengujian

3.7

lokasi acuan

lokasi dimana sejumlah pengukuran harus dilakukan

3.8

ketebalan lapisan lokal

ketebalan lapisan yang diperoleh melalui alat ukur magnetis pada sejumlah pengukuran tertentu didalam lokasi acuan atau diperoleh melalui alat ukur gravimetris pada satu titik lokasi pengukuran

3.9

ketebalan lapisan rata-rata

nilai rata-rata ketebalan lapisan yang diperoleh dari hasil pengukuran, baik dari satu benda kerja atau dari contoh uji.

3.10

massa lapisan lokal

nilai massa lapisan yang diperoleh dari hasil pengujian tunggal gravimetris

3.11

massa lapisan rata-rata

nilai rata-rata massa lapisan baik yang ditentukan dengan menggunakan contoh uji ataupun dengan konversi dari nilai ketebalan rata-rata (lihat 3.9)

3.12

nilai minimum

nilai terendah dari pengukuran hasil tunggal uji gravimetris atau nilai terendah yang diperoleh dari beberapa pengukuran uji magnetis (di dalam lokasi acuan)

3.13

lot inspeksi

kelompok produk yang dapat mewakili pengujian

3.14

inspeksi terhadap penerimaan

inspeksi terhadap sebuah lot inspeksi pada pekerjaan pelapisan galvanis

3.15

lokasi tak-terlapisi

lokasi pada benda kerja besi dan baja yang tidak bereaksi dengan cairan seng

4 Persyaratan umum

Standar ini tidak menentukan persyaratan apa pun tentang hal-hal tersebut, akan tetapi memberikan beberapa rekomendasi dalam lampiran C.

CATATAN Komposisi kimia dan kondisi permukaan (kekasaran) dari logam dasar, massa benda kerja dan keadaan proses galvanis mempengaruhi penampilan, ketebalan, tekstur dan sifat-sifat fisik/mekanik dari lapisan.

4.1 Ketel galvanis

Isi dari ketel galvanis berupa cairan seng dengan kemurnian minimal 98% sesuai dengan ASTM A 123 / A 123M – 00 *Specifications for zinc (Hot dip galvanized) coatings on iron and steel products*.

4.2 Informasi yang harus diberikan oleh pemakai kepada pabrik galvanis atau sebaliknya

Daftar informasi yang tertera pada lampiran A harus diberikan oleh pemakai atau sebaliknya.

4.3 Keselamatan

Pembuatan lubang ventilasi dan saluran pembuangan harus dipersiapkan sesuai dengan lampiran B.

5 Pengambilan contoh

Contoh uji untuk pengujian ketebalan harus dipilih secara acak dari setiap lot inspeksi. Jumlah minimum benda kerja dari masing-masing lot inspeksi untuk menjadi contoh uji harus sesuai dengan Tabel 1.

Tabel 1 Jumlah contoh uji ketebalan

Jumlah benda kerja di dalam lot	Jumlah minimum benda kerja di dalam contoh uji
1 – 3	semua
4 – 500	3
501 – 1.200	5
1.201 – 3.200	8
3.201 – 10.000	13
> 10.000	20

Inspeksi harus dilakukan di tempat kerja pabrik galvanis oleh pihak-pihak yang ditunjuk, atau di tempat yang telah disepakati bersama.

6. Sifat-sifat lapisan

6.1 Penampilan

Pada saat inspeksi, permukaan signifikan dari semua benda kerja pelapisan galvanis, ketika diuji secara visual, harus bebas dari gelembung (modules), kekasaran dan jaruman (jika itu dapat menyebabkan luka) dan lokasi yang tak terlapisi.

CATATAN 1 Kekasaran dan kehalusan adalah istilah yang sifatnya relatif dan kekasaran lapisan pada benda kerja galvanis setelah fabrikasi akan berbeda dari produk yang dibentuk secara mekanik, seperti kawat galvanis dan lembaran galvanis.

Hasil permukaan galvanis yang abu-abu gelap atau terang atau beberapa bagian permukaan yang tidak rata warnanya, tidak harus menjadikan produk tersebut ditolak. Adanya noda (wet storage stain), sebagai akibat dari pembentukan oksida seng (zinc oxide) selama penyimpanan di ruangan yang lembab, juga tidak harus menjadikan produk tersebut ditolak, asalkan ketebalan minimumnya terpenuhi.

CATATAN 2 Penetapan suatu definisi tentang penampilan adalah relatif, apabila telah mencakup semua persyaratan.

Sisa flux, gumpalan dan abu seng (zinc ash) tidak diizinkan, karena dapat mempengaruhi ketahanan karat dari produk tersebut.

Produk yang gagal dalam inspeksi visual ini, harus digalvanis ulang.

Ketika ada persyaratan khusus (misalnya, ketika lapisan galvanis harus dicat), sebuah contoh uji harus dibuat (lihat lampiran A.2 dan lampiran C.1.4), jika diperlukan.

6.2 Ketebalan

6.2.1 Umum

Lapisan yang dihasilkan oleh proses pelapisan galvanis dimaksudkan untuk melindungi produk besi dan baja terhadap korosi (lihat lampiran C). Jangka waktu perlindungan korosi oleh lapisan tersebut (baik itu abu-abu terang maupun abu-abu gelap) adalah proporsional terhadap ketebalan lapisan. Untuk di lingkungan yang sangat agresif atau dibutuhkan ketahanan jangka waktu lama, diperbolehkan lapisan yang lebih tebal dari yang telah ditetapkan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Spesifikasi lapisan yang lebih tebal tersebut diatas, sebelumnya disepakati antara pihak pemakai dan pihak pabrik galvanis, yaitu mengenai implementasinya (misal penyemburan pasir dan komposisi kimia dari baja).

6.2.2 Cara uji

Pengujian dilakukan dengan metode magnetis atau gravimetri

Alternatif metode pengujian lainnya yang bisa dilakukan adalah metode elektromagnetik atau mikroskopis yang sesuai dengan EN ISO 1460, dan berat jenis lapisan 7.2 g/cm^2

Pengujian dengan metode magnetis sesuai dengan EN ISO 2178, paling tepat dan cocok digunakan pada saat bekerja dan untuk kontrol mutu secara rutin. Karena lokasi yang diukur dengan metode ini sangat kecil, maka pengukuran tunggal dapat lebih rendah nilainya bila dibandingkan dengan ketebalan lapisan lokal dan ketebalan rata-rata lapisan. Apabila

sejumlah pengukuran telah cukup dilakukan di dalam lokasi acuan, maka ketebalan lokal dapat secara efektif diukur dengan menggunakan uji magnetis atau dengan uji gravimetris

6.2.3 Lokasi acuan

Jumlah dan posisi lokasi acuan serta ukurannya untuk uji magnetis atau uji gravimetris harus dipilih berdasarkan bentuk dan ukuran benda kerja, agar dapat diperoleh suatu hasil yang terwakili. Untuk produk yang panjang bentuknya, lokasi acuan harus dipilih 100 mm dari masing-masing ujungnya dan pada sekitar titik tengahnya.

Jumlah lokasi acuan, yang tergantung pada acuan dari individu benda kerja dalam contoh uji, sebagai berikut:

- Untuk benda kerja dengan luas permukaan signifikan lebih dari 2 m², paling tidak 3 lokasi acuan harus diambil dalam contoh uji. Pada masing-masing benda kerja (diambil secara terpisah) dalam contoh uji, ketebalan lapisan rata-rata didalam lokasi acuan harus sama atau lebih besar dari nilai ketebalan yang diberikan pada Tabel 2 atau Tabel 3.
- Untuk benda kerja dengan luas permukaan signifikan lebih dari 10.000 mm² dan sampai dengan 2 m² (inklusif), pada masing-masing benda kerja dalam contoh uji, harus ada paling tidak satu lokasi acuan.
- Untuk benda kerja dengan luas permukaan signifikan antara 1.000 mm² dan 10.000 mm² (inklusif), pada masing-masing benda kerja dalam contoh uji, harus ada satu lokasi acuan
- Untuk benda kerja dengan luas permukaan signifikan kurang dari 1.000 mm², beberapa benda kerja harus dikelompokkan untuk memberikan paling tidak permukaan seluas 1.000 mm² untuk satu lokasi acuan. Jumlah lokasi acuan harus seperti yang diberikan pada kolom terakhir Tabel 1. Dengan demikian, jumlah total benda kerja yang diuji sama dengan jumlah benda kerja yang diperlukan untuk memberikan suatu lokasi referensi dikalikan dengan jumlah yang sesuai dari kolom terakhir Tabel 1 yang dikaitkan dengan ukuran lot.

CATATAN 1 10.000 mm² = 100 cm²
 1.000 mm² = 10 cm²
 2 m² adalah 200 cm x 100 cm; 10.000 mm² adalah 10 cm x 10 cm;
 1.000 mm² adalah 10 cm x 1 cm

Dalam kasus b), c), dan d), ketebalan pada masing-masing lokasi acuan harus sama atau lebih besar dari pada nilai "ketebalan lapisan lokal" yang diberikan pada Tabel 2 atau Tabel 3. Ketebalan rata-rata pada semua lokasi acuan didalam contoh uji harus sama dengan atau lebih besar dari nilai ketebalan lapisan rata-rata yang diberikan pada Tabel 2 atau Tabel 3.

Ketika ketebalan lapisan seng ditentukan dengan metode uji magnetis sesuai dengan EN ISO 2178, lokasi acuan harus berada di dalam nilai dan mewakili lokasi acuan yang akan dipilih untuk diuji dengan metode gravimetris.

Ketika lebih dari lima benda kerja harus dikumpulkan untuk membentuk suatu lokasi acuan yang paling tidak seluas 1.000 mm², pengukuran magnetis tunggal harus dilakukan pada masing-masing benda kerja jika ada lokasi permukaan signifikan yang cocok; jika tidak, uji gravimetris harus digunakan.

Di dalam masing-masing lokasi acuan, minimum berukuran 1.000 mm², maka pengukuran harus dilakukan minimum lima kali pada lokasi terlapisi. Jika ada hasil pengukuran yang nilainya lebih rendah dari nilai yang ada pada Tabel 2 dan Tabel 3, maka diambil nilai rata-

rata dari keseluruhan pengukuran yang harus sama dengan atau lebih dari nilai yang ada pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Pengukuran ketebalan harus dilakukan pada permukaan potong atau lokasi yang kurang dari 10 mm dari tepi, dari permukaan potong pengelasan atau dari bagian pojok benda kerja (lihat lampiran C.1.3).

Tabel 2 Ketebalan minimum lapisan pada contoh yang tidak disentrifugal

Benda kerja dan ketebalannya	Ketebalan lapisan lokal (minimum) ¹ μm	Ketebalan lapisan rata-rata (minimum) ² μm
Baja ≥ 6 mm	70	85
Baja ≥ 3 mm sampai < 6 mm	55	70
Baja ≥ 1,5 mm sampai < 3 mm	45	55
Baja < 1,5 mm	35	45
Coran ≥ 6 mm	70	80
Coran < 6 mm	60	70
¹ Lihat butir 3.8 ² Lihat butir 3.9		

CATATAN 2 Tabel 2 adalah untuk pemakaian yang umum; standar dari produk yang individual bisa pula mencakup persyaratan yang berbeda termasuk kategori ketebalan yang berbeda. Suatu persyaratan untuk lapisan yang lebih tebal atau persyaratan tambahan lainnya dapat pula ditambahkan tanpa mempengaruhi konformitas pada standar ini.

Ketebalan lapisan lokal pada Tabel 2 hanya ditentukan berkaitan dengan lokasi acuan yang dipilih yang sesuai dengan butir 6.2.3

Tabel 3 Ketebalan minimum lapisan pada contoh uji yang disentrifugal

Benda kerja dan ketebalannya	Ketebalan lapisan lokal (minimum) ¹ μm	Ketebalan lapisan rata-rata (minimum) ² μm
Benda kerja berulir : ≥ 20 mm diameter	45	55
≥ 6 mm sampai < 20 mm diameter	35	45
< 6 mm diameter	20	25
Benda kerja lain (termasuk coran): ≥ 3 mm	45	55
< 3 mm	35	45
¹ Lihat butir 3.8. ² Lihat butir 3.9.		

CATATAN 3 Tabel 3 adalah untuk pemakaian secara umum; standar lapisan pengencang (fastener coating standards) dan produk individual diperbolehkan mempunyai persyaratan yang berbeda; lihat juga lampiran A.2,g).

Ketebalan lapisan lokal dalam Tabel 3 hanya akan ditentukan berkaitan dengan lokasi acuan yang dipilih sesuai dengan butir 6.2.3.

6.3 Perbaikan

Luas total lokasi tak-terlapisi untuk diperbaiki oleh pabrik galvanis tidak boleh melebihi 0,5% dari luas total permukaan komponen. Masing-masing lokasi tak-terlapisi untuk perbaikan tidak boleh melebihi 10 cm². Jika lokasi tak-terlapisi lebih besar, benda kerja pada lokasi semacam ini harus digalvanis ulang, kecuali apabila ada kesepakatan antara pihak pabrik galvanis dan pihak pemakai.

Perbaikan harus dengan zinc thermal spraying sesuai dengan EN 22063, atau dengan cat zinc-rich yang cukup sesuai dengan batas-batas pemakaiannya. Pemakaian batangan zinc-alloy (lihat lampiran C.5) juga dimungkinkan. Pihak pemakai harus diberitahu oleh pihak pabrik galvanis tentang metode perbaikan.

Manakala pihak pemakai menginginkan persyaratan tertentu, misalnya memerlukan adanya lapisan cat setelah digalvanis, maka pihak pabrik galvanis sebelumnya harus memberitahukan tentang usulan prosedur perbaikan kepada pihak pemakai.

Perlakuan harus meliputi pembuangan kerak, pembersihan dan pra-treatment lainnya yang diperlukan untuk menjamin kerekatan.

Ketebalan lapisan pada lokasi perbaikan minimum harus 30 µm lebih besar dari ketebalan lapisan lokal yang dipersyaratkan pada Tabel 2 atau Tabel 3 untuk galvanisasi yang relevan, kecuali jika pihak pemakai meminta yang sebaliknya kepada pihak pabrik galvanis, contohnya jika permukaan galvanis harus dilapisi lagi dan ketebalan untuk lokasi perbaikan harus sama sebagaimana dengan lapisan galvanis. Lapisan pada lokasi perbaikan harus mampu memberikan perlindungan kepada baja yang dilapisinya.

CATATAN Lihat juga lampiran C.5 untuk saran-saran tentang perbaikan pada lokasi yang rusak.

6.4 Kerekatan

Saat ini tidak ada SNI yang dapat diterapkan pada pengujian kerekatan lapisan galvanis pada benda kerja fabrikasi besi dan baja. Lihat juga lampiran C.6.

Kerekatan antara seng dan logam dasar pada umumnya tidak memerlukan untuk diuji, karena ikatan yang kuat adalah karakteristik dari proses galvanis dan lapisan semestinya mampu untuk bertahan – tanpa mengelupas – selama penanganan dan pemakaian benda kerja secara normal. Pada umumnya, lapisan yang lebih tebal memerlukan penanganan yang lebih hati-hati dari pada lapisan yang lebih tipis. Pembengkokan dan proses perubahan bentuk setelah galvanisasi tidak dianggap sebagai penanganan yang normal.

Apabila diperlukan untuk uji kerekatan, misalnya dalam kasus benda kerja yang harus berfungsi pada kondisi tekanan mekanik yang tinggi, pengujian harus dilakukan pada permukaan yang memang kerekatan itu dipentingkan.

Uji gores silang (cross-hatch test) akan memberikan beberapa petunjuk pada sifat mekanis lapisan. Pada umumnya, penerapan uji ini tidak begitu diperlukan. Uji gesek dan uji potong mungkin dapat pula dikembangkan untuk lapisan galvanis dan hal ini akan dipertimbangkan lebih jauh sebagai dokumen tersendiri.

6.5 Kriteria penerimaan

Ketika diuji sesuai dengan butir 6.2.2 untuk jumlah lokasi acuan yang cukup seperti diberikan

pada butir 6.2.3, ketebalan lapisan tidak boleh kurang dari nilai-nilai yang diberikan pada Tabel 2 dan Tabel 3. Jika ada perdebatan, uji non-destruktif harus digunakan, kecuali jika pihak pemakai dapat menerima bahwa benda kerjanya boleh dipotong untuk pengujian guna menentukan massa yang hilang. Apabila benda kerja meliputi sejumlah tabel baja yang berbeda-beda, masing-masing ketebalan harus dianggap sebagai benda kerja yang terpisah dan nilai yang relevan pada Tabel 2 dan Tabel 3, harus diterapkan.

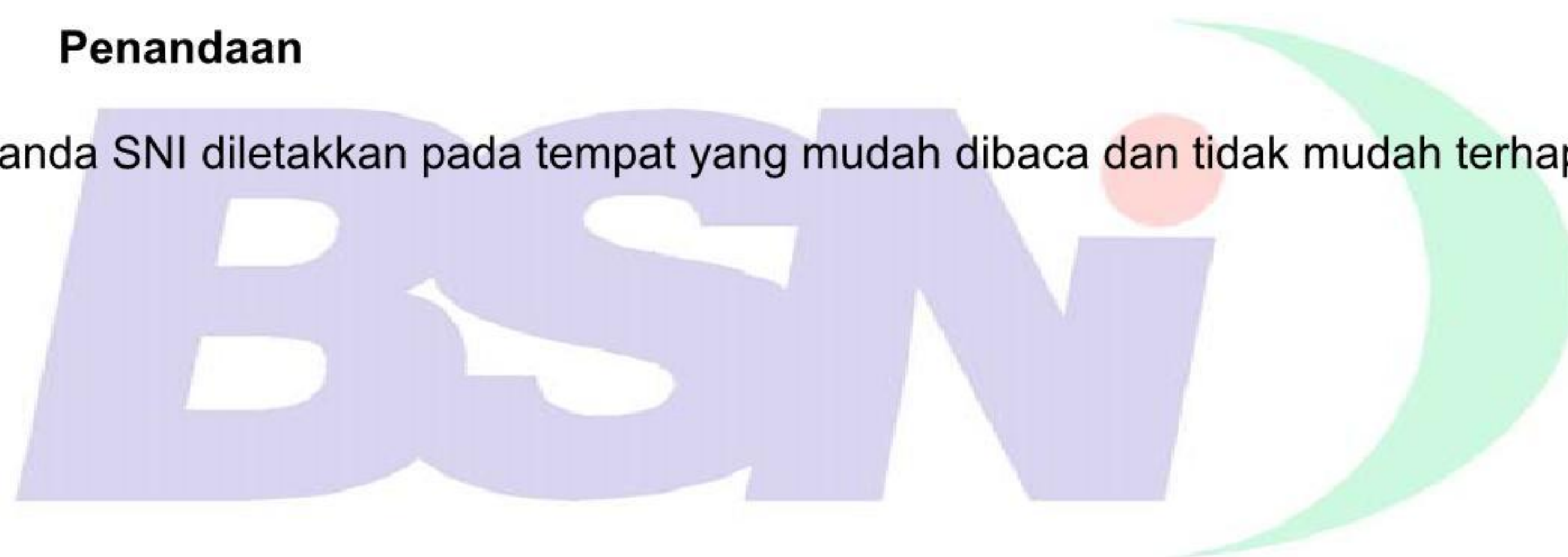
Jika ketebalan lapisan pada contoh uji tidak sesuai dengan persyaratan ini, jumlah contoh uji harus dilipat-duakan (atau gunakan semua benda kerja, jika jumlahnya tidak banyak). Jika contoh uji yang lebih banyak ini lulus, maka keseluruhan lot inspeksi harus diterima. Tetapi jika contoh uji yang lebih banyak ini tidak lulus, maka benda kerja yang tidak sesuai dengan persyaratan harus ditolak atau pemakai memberikan wewenang kepada pabrik galvanis untuk menggalvanis ulang.

7 Sertifikat

Pihak pabrik galvanis dapat mengeluarkan sertifikat kepada pihak pemakai, yang memberikan tanda bahwa telah dipenuhinya persyaratan sesuai dengan standar ini .

8 Penandaan

Tanda SNI diletakkan pada tempat yang mudah dibaca dan tidak mudah terhapus.



Lampiran A (normatif)

Informasi yang harus diberikan oleh pemakai kepada pabrik galvanis atau sebaliknya

A.1 Informasi penting

Standar ini harus disediakan oleh pemakai untuk diberikan kepada pabrik galvanis atau sebaliknya.

A.2 Informasi tambahan

Informasi berikut ini mungkin diperlukan untuk tujuan-tujuan tertentu, dan jika demikian, harus diberikan atau ditetapkan, sebagai pelengkap, oleh pemakai.

Pihak pabrik galvanis, atas dasar permintaan, harus menyediakan setiap informasi yang relevan kepada pemakai tentang metode perbaikan lokasi tak-terlapis, antara lain:

- a) komposisi dan sifat dari logam dasar (lihat lampiran C) yang dapat mempengaruhi proses galvanisasi;
- b) identifikasi atau gambar khusus yang mengidentifikasi permukaan signifikan dari benda kerja;
- c) tanda atau gambar yang mengidentifikasi bahwa ketidakrataan permukaan akan membuat benda kerja yang terlapis tidak diterima untuk maksud pemakai yang diinginkan. Pihak pemakai dan pabrik galvanis harus mendiskusikan cara untuk mengatasi persoalan tersebut;
- d) sebuah contoh yang menunjukkan hasil akhir yang akan dicapai;
- e) persyaratan khusus pra-treatment;
- f) ketebalan lapisan yang khusus (lihat butir 6.2.1, catatan 2 dan catatan 3 untuk butir 6.2.3 dan lampiran C);
- g) perlunya atau diterimanya, lapisan sentrifugal guna memenuhi persyaratan pada Tabel 3, bukan pada Tabel 2;
- h) perlakuan atau pelapisan tambahan yang harus diberikan pada lapisan galvanis (lihat butir 6.3, lampiran C.4 dan lampiran C.5);
- i) pengaturan inspeksi (lihat butir 5);
- j) perlu atau tidak adanya sertifikat pemenuhan standar dari pabrik galvanis.

Lampiran B (normatif)

Persyaratan keselamatan dan proses

Dalam hal penanganan bagian berongga dari benda kerja, pemakai harus menyetujui persyaratan yang diajukan pabrik galvanis untuk menyediakan ventilasi dan saluran pembuangan, demi alasan keselamatan dan proses.

B.1 Aturan dasar dalam membuat ventilasi (venting)

- diameter minimum dari lubang ventilasi adalah 8 mm;
- lubang ventilasi jangan ditempatkan di tengah dari ujung pelat pada sambungan pada baja profil;
- lubang ventilasi harus ditempatkan di ujung setiap bagian berongga dan pada posisi yang sama pada saat fabrikasi;
- tabung berongga yang besar membutuhkan lubang tiap meter kubiknya sebesar 1.250 mm² (sama dengan lubang berdiameter 40 mm);
- bagian berongga (pipa, RHS dan SHS) memerlukan lubang ventilasi minimum sebesar 25% dari luas diagonal penampangnya, terdiri dari satu lubang besar, atau bisa juga beberapa lubang kecil. Pilihan desain lainnya adalah dengan membiarkan ujung dari bagian berongga terbuka seluruhnya;
- bagian berongga yang disambung memerlukan lubang ventilasi eksternal sedekat mungkin dengan sambungan tersebut. Jika lubang ventilasi internal yang digunakan, hendaknya diameter lubang tersebut sama dengan diameter dalam dari bagian yang tersambung tersebut (misalnya, dalam hal penyambungan pipa untuk anak tangga);
- pada permukaan besar yang saling menutup dan dilas seluruh tepinya harus diberi lubang ventilasi, sebab ada kemungkinan di dalamnya ada cairan kimia yang terperangkap pada saat proses pra-treatment, yang dapat menimbulkan ledakan pada saat proses pencelupan ke dalam cairan seng panas. Bagian yang saling menutup yang melebihi 400 cm² harus diberi lubang ventilasi dengan diameter 10 mm, dan yang kurang dari 100 cm² secara umum tidak memerlukan ventilasi.

Peringatan Adalah penting untuk menghindari adanya rongga yang tersembunyi karena hal itu dapat menyebabkan timbulnya ledakan selama proses galvanisasi.

B. 2 Prinsip saluran pembuangan (*draining*)

Jika benda kerja dicelupkan ke dalam cairan kimia atau cairan seng, cairan tersebut harus dapat mengalir keluar masuk tanpa hambatan. Kekentalan dari cairan seng dan kerapatannya adalah faktor penting yang harus diperhatikan pada saat merancang untuk fabrikasi.

Untuk melaksanakan proses secara benar benda kerja yang dicelup harus diturunkan dengan kecepatan yang sesuai, sehingga menghasilkan pelapisan yang merata. Jika lubang-lubang pembuangan terlalu kecil, maka cairan seng tidak dapat mengalir keluar dengan cepat yang mengakibatkan benda kerja tersebut akan terapung-apung di atas permukaan cairan seng terlebih dahulu sebelum tenggelam seluruhnya sehingga mengakibatkan pencelupan yang tidak terkendali.

Aturan dasar membuat saluran pembuangan:

- a) diameter lubang pembuangan minimum 10 mm;
- b) lebih direkomendasikan untuk membuat lubang dengan diameter minimum 25 mm;
- c) lubang pembuangan pada baja profil jangan ditempatkan di tengah dari ujung pelat pada sambungan;
- d) lubang pembuangan harus ditempatkan di ujung setiap bagian berongga dan pada posisi yang sama pada saat fabrikasi;
- e) tabung berongga yang besar membutuhkan lubang pembuangan tiap meter kubik bagian 10.000 mm^2 (sama dengan lubang berdiameter 112,8 mm);
- f) bagian berongga (pipa, RHS dan SHS) memerlukan lubang dengan diameter minimum sebesar 25% dari diagonal penampangnya, yang terdiri dari satu lubang besar, atau bisa juga beberapa lubang kecil. Pilihan desain lainnya adalah dengan membiarkan ujung dari bagian berongga terbuka seluruhnya;
- g) bagian berongga yang disambung memerlukan lubang pembuangan luar sedekat mungkin dengan sambungan tersebut. Lubang ventilasi internal juga direkomendasikan untuk menjamin bahwa cairan kimia pra-treatment dan seng cair dapat mengalir secara leluasa dan uap air yang ada di dalam dapat dikeluarkan melalui ventilasi tersebut.

Rangka kanal memerlukan paling tidak empat atau delapan lubang ventilasi/lubang pembuangan dengan desain yang konvensional. Dengan menggunakan permukaan kanal, maka lubang ventilasi pembuangan tidak diperlukan lagi.

CATATAN Air atau larutan yang digunakan dalam pra-treatment akan memasuki rongga-rongga benda kerja pada saat galvanisasi. Jika lubang pembuangan tidak pada posisi yang tepat (bagian yang terendah) maka :

- a) akan menyebabkan cairan kimia terjebak di dalam, sehingga timbul ledakan pada saat dicelupkan ke dalam cairan seng;
- b) cairan seng akan terjebak di dalam dan akan membeku pada bagian yang tidak diberi lubang pembuangan. Seng yang membeku tersebut akan menambah berat dari benda kerja;

Lubang ventilasi dan lubang saluran pembuangan harus ditempatkan sedekat mungkin dengan titik tertinggi dan titik terendah dari bagian berongga untuk menghindari udara terjebak, bahan kimia pra-treatment yang terjebak atau seng yang membeku di dalamnya.

Lampiran C (informatif)

Sifat–sifat benda kerja yang akan dilapis yang dapat mempengaruhi hasil galvanis

C.1 Logam dasar

C.1.1 Komposisi

Benda kerja yang berupa baja karbon bukan paduan, baja paduan rendah dan besi cor pada umumnya cocok untuk digalvanis. Apabila logam ferro lainnya akan digalvanis, maka pihak pemakai sebaiknya memberikan informasi yang cukup kepada pabrik galvanis tentang jenis dan spesifikasi baja untuk menentukan apakah logam tersebut dapat digalvanis dengan hasil yang memuaskan. Baja free-cutting dengan kandungan sulfur, pada umumnya tidak cocok untuk digalvanis.

C.1.2 Kondisi permukaan

Permukaan benda kerja harus dibersihkan sebelum dicelupkan ke dalam cairan seng. Metode pembersihan permukaan yang disarankan adalah metode pengasaman (acid pickling). Pengasaman yang berlebihan harus dihindari. Kontaminan permukaan yang tidak dapat dihilangkan dengan pengasaman, contohnya lapisan karbon (seperti residu minyak), minyak, lemak, cat, kerak las dan ketidakmurnian lainnya harus dihilangkan sebelum diasamkan. Tanggung jawab untuk kondisi tersebut harus disepakati antara pihak pemakai dan pabrik galvanis.

Hasil coran harus sebebaskan mungkin dari porositas permukaan, dan lubang–lubang penyusutan harus dibersihkan dengan semburan pasir (shot blasting).

C.1.3 Pengaruh kekasaran permukaan baja pada ketebalan lapisan galvanis

Kekasaran permukaan baja mempunyai pengaruh pada ketebalan dan struktur lapisan. Pengaruh ketidakrataan permukaan baja pada umumnya tetap kelihatan setelah digalvanis.

Permukaan baja yang kasar sebagai hasil dari penyemburan pasir, gerinda dan lain–lain sebelum diproses pengasaman memberikan suatu ketebalan lapisan yang lebih tebal daripada permukaan yang diperoleh hanya dengan pengasaman saja.

Pemotongan dengan api akan merubah komposisi dan struktur baja pada lokasi yang terpotong, sehingga ketebalan lapisan yang diberikan pada butir 6.2, dan Tabel 2 serta Tabel 3, sangat sulit untuk dicapai. Dalam rangka untuk mencapai ketebalan lapisan ini, maka permukaan potong harus digerinda oleh fabrikator.

C.1.4 Pengaruh elemen reaktif dalam logam dasar terhadap penampilan dan ketebalan lapisan seng

Kebanyakan baja dapat digalvanis dengan hasil yang memuaskan. Beberapa elemen reaktif dalam baja seperti silikon (Si) dan fosfor (P) dapat mempengaruhi hasil galvanis. Komposisi permukaan baja mempunyai pengaruh pada ketebalan dan penampilan lapisan galvanis. Pada tingkat komposisi tertentu, silikon dan fosfor dapat memberikan lapisan yang tidak rata, terang dan/atau gelap kusam abu-abu, yang mudah terkelupas dan tebal.

C.1.5 Tegangan dalam logam dasar

Beberapa tegangan dalam benda kerja akan dilepaskan selama galvanisasi yang mungkin dapat menyebabkan deformasi.

Benda kerja yang telah mengalami proses dingin (cold working), misal ditekuk, bisa menjadi getas, tergantung pada jenis bajanya dan tingkat kerja dinginnya. Proses galvanis merupakan suatu bentuk perlakuan panas, yang dapat mempercepat proses kerapuhan, jika baja sudah rentan. Untuk menghindari resiko kerapuhan, baja yang tidak rentan terhadap proses pengerasan dapat digunakan. Jika baja dianggap rentan terhadap adanya regangan kerapuhan, jika memungkinkan hindari kerja dingin yang berat. Apabila kerja dingin yang berat tidak dapat dihindari, maka tegangan dapat dilepaskan dengan perlakuan panas sebelum dilakukan pengasaman dan galvanisasi.

CATATAN Kerentanan terhadap pengerasan regangan dan resiko kerapuhan pada prinsipnya disebabkan oleh kandungan nitrogen dalam baja, yang hal itu tergantung pada proses pembuatannya. Sebagai petunjuk umum, permasalahan ini tidak akan muncul di dalam industri pembuatan baja yang modern. Baja yang tidak mengandung aluminium adalah yang paling tidak rentan terhadap pengerasan regangan.

Baja yang dikenai perlakuan panas atau pekerjaan dingin bisa diperlunak oleh panas dalam ketel galvanis dan sebagian regangan yang bertambah karena perlakuan panas dan pengerjaan dingin akan hilang.

Baja diperkeras (hardened steel) dan/atau baja tegangan tarik tinggi (high tensile steels) bisa mengandung tegangan dalam yang tinggi sehingga proses pengasaman dan galvanisasi dapat meningkatkan resiko keretakan benda kerja di dalam ketel galvanis. Resiko keretakan ini dapat dikurangi dengan melepaskan tegangan sebelum proses pengasaman dan galvanisasi.

Baja struktur normalnya tidak mengalami kerapuhan dengan adanya penyerapan hidrogen selama proses pengasaman. Hidrogen yang masih tersisa (jika ada) pada umumnya tidak akan mempengaruhi baja struktur. Dengan baja struktur, hidrogen yang terserap dikeluarkan selama proses galvanisasi. Jika baja lebih keras dari 34 HRC, 340 HV atau 325 HB (lihat ISO 4964), perhatian penuh perlu diberikan untuk meminimalkan penyerapan hidrogen selama persiapan permukaan.

Pengalaman menunjukkan bahwa penanganan baja khusus, prosedur pra-treatment, perlakuan panas dan mekanis, pengasaman dan galvanisasi telah memuaskan. Hal ini berarti bahwa untuk baja kombinasi, prosedur pra-treatment, perlakuan panas dan mekanis, pengasaman dan galvanisasi diharapkan tidak pula ada masalah.

C.1.6 Benda kerja yang luas atau baja tebal

Waktu penanganan yang lebih lama diperlukan di dalam ketel galvanis untuk benda kerja yang luas, dan ini, seperti sifat metalurgisnya karena metode manufaktur yang normal, dapat menyebabkan terbentuknya lapisan galvanis yang tebal.

C.1.7 Galvanisasi

Sejumlah kecil elemen paduan dapat ditambahkan ke dalam ketel galvanis (mengacu kepada persyaratan butir 4.1) sebagai bagian dari teknik pemrosesan dari pabrik galvanis, yang biasanya untuk mengurangi pengaruh dari silikon dan fosfor (lihat lampiran C.1.4) atau untuk memodifikasi penampilan permukaan dari lapisan galvanis. Penambahan ini tidak akan mempengaruhi mutu secara umum atau ketahanan korosi untuk jangka panjang dari lapisan tersebut dan juga tidak akan mempengaruhi sifat-sifat mekanis dari produk galvanis. Itu semua tidak perlu untuk distandardisasikan.

C.2 Desain

C.2.1 Umum

Desain dari benda kerja yang akan digalvanis harus sesuai dengan proses galvanisasi. Pemakai harus mencari saran dari pabrik galvanis sebelum mendesain atau membuat suatu produk yang akan digalvanis, karena mungkin perlu untuk menyesuaikan konstruksi benda kerja dengan proses galvanisasi (lihat lampiran B).

C.2.2 Toleransi ukuran pada bagian berulir

Ada dua cara berbeda untuk membuat kelonggaran, yaitu dengan membuat ulir lebih dangkal pada baut, atau dengan membuat ulir lebih dalam pada mur. Untuk pengencang, lihat pada dokumen pengencang yang relevan. Pada umumnya, kelonggaran harus dibuat pada pasangan mur - baut untuk mengakomodasikan ketebalan lapisan. Tidak ada persyaratan lapisan untuk ulir dalam yang diulir atau diulir ulang setelah galvanisasi.

Untuk komponen berulir, setelah digalvanis harus segera diproses sentrifugal atau dibersihkan untuk menjamin kebersihan ulir.

CATATAN 1 Lapisan ulir luar (baut) secara galvanis akan melindungi ulir dalam pada saat dirakit. Oleh karenanya, tidak diperlukan lagi lapisan pada ulir dalam.

CATATAN 2 Ulir yang terlapis harus mempunyai kekuatan yang memadai untuk memenuhi persyaratan desain.

C.2.3 Pengaruh dari panas pemrosesan

Bahan yang dapat terpengaruh secara signifikan oleh panas selama galvanisasi sebaiknya tidak digalvanis.

C.3 Kandungan cairan dalam ketel galvanis

Apabila ada persyaratan khusus, tingkat penambahan atau ketidakmurnian dalam ketel atau dalam lapisan dapat dispesifikasikan oleh pemakai.

C.4 Pasca-treatment

Benda kerja sebaiknya jangan ditumpuk menjadi satu selagi masih panas atau basah. Benda kerja kecil yang dicelup dengan menggunakan wadah/keranjang dapat disentrifugal segera setelah ditarik dari cairan seng untuk menghilangkan adanya kelebihan logam (lihat lampiran A. 2, g).

Untuk memperlambat kemungkinan terbentuknya noda (wet storage stain) akibat penyimpanan basah pada permukaan benda kerja, maka benda kerja yang tidak akan dicat dapat diberikan perlakuan permukaan setelah galvanisasi.

Jika benda kerja akan dicat atau dilapisi bubuk (powder coating) setelah digalvanis, maka pihak pemakai harus memberitahukan terlebih dahulu kepada pabrik galvanis sebelum benda kerja tersebut digalvanis.

C.5 Perbaikan pada lokasi yang tak-terlapisi dan yang rusak

Apabila ada lokasi yang rusak atau yang tak-terlapisi, maka pabrik galvanis akan memberitahukan dan mendapatkan izin untuk menerapkan metode perbaikan dan bahan-bahan yang dapat digunakan. Pihak yang akan melakukan perbaikan harus memastikan bahwa sistem yang akan dilakukan itu sesuai dengan metode dan bahan yang digunakan.

Pada butir 6.3, mencakup ketebalan lapisan yang diperlukan oleh prosedur perbaikan pada inspeksi penerimaan. Teknik yang sama digunakan untuk perbaikan pada lokasi yang rusak. Besaran dan ukuran lokasi yang diterima untuk diperbaiki harus sama dengan ukuran lokasi yang diterima pada lokasi yang tak-terlapisi.

C.6 Uji kerekatan

Uji kerekatan yang diusulkan harus disepakati dan berkaitan dengan kemungkinan adanya keterbatasan dan hambatan dalam pelaksanaannya.

Lampiran D (informatif)

Penentuan ketebalan

D.1 Umum

Metode non-destruktif yang paling umum digunakan untuk menentukan ketebalan adalah metode magnetis (lihat butir 6.2) dan metode lain dapat juga digunakan (sebagai contoh ISO 2808 adalah metode elektromagnetik).

Metode destruktif antara lain adalah : metode gravimetri yang menentukan massa per luas yang kemudian dikonversikan ke ketebalan (dalam microns) dengan cara membagi gram per meter persegi dengan berat jenis 7,2 (lihat lampiran D.3), metode kolometri (lihat EN ISO 2177), dan metode penampang mikroskopis (lihat lampiran D.2).

Dalam membuat definisi sebagaimana pada butir 3, harus dilakukan penelitian yang hati-hati, utamanya, pada saat melakukan uji magnetis, hubungan antara ketebalan lokal dan ketebalan rata-rata harus diberikan, dan hasilnya kemudian dibandingkan dengan hasil dari uji gravimetri, apabila memang ada perbedaan.

D.2 Metode penampang mikroskopis

Metode penampang mikroskopis (lihat EN ISO 1463) bisa pula digunakan. Meskipun demikian, hal ini tidak begitu cocok untuk penggunaan rutin pada benda kerja yang besar dan mahal, karena ini adalah metode destruktif dan hanya terkait dengan satu benda uji. Metode ini memberikan gambaran visual sederhana dari benda yang diuji.

D.3 Perhitungan ketebalan dari massa per luas (metode referensi)

Metode mikroskopis memberikan massa per luas dari lapisan yang dinyatakan dalam gram per meter persegi. Ini dapat dikonversikan ke ketebalan lokal (dalam mikron) dengan cara membagi dengan berat jenis lapisan ($7,2 \text{ g/cm}^3$). Hubungan antara massa lapisan dengan ketebalan, sebagaimana yang diberikan dalam Tabel 2 dan Tabel 3, dapat dilihat pada lampiran Tabel D.1 dan lampiran Tabel D. 2.

Tabel D. 1 Massa minimum lapisan (hubungannya dengan ketebalan) pada contoh yang tidak disentrifugal ^a

Benda kerja dan ketebalannya	Ketebalan lokal (minimum) ^b		Ketebalan rata – rata (minimum) ^c	
	g/m ²	μm	g/m ²	μm
Baja ≥ 6 mm	505	70	610	85
Baja ≥ 3 mm sampai < 6 mm	395	55	505	70
Baja ≥ 1,5 mm sampai < 3 mm	325	45	395	55
Baja < 1,5 mm	250	35	325	45
Coran ≥ 6 mm	505	70	575	80
Coran < 6 mm	430	60	505	70
^a Lihat catatan 2 pada butir 6.2.3 ^b Lihat butir 3.10 ^c Lihat butir 3.11				

Tabel D. 2 Massa minimum lapisan (hubungannya dengan ketebalan) pada contoh yang disentrifugal ^a

Benda kerja dan ketebalannya	Ketebalan lokal (minimum) ^b		Ketebalan rata – rata (minimum) ^c	
	g/m ²	μm	g/m ²	μm
Benda kerja berulir				
≥ 20 mm diameter	325	45	395	55
≥ 6 mm sampai < 20 mm diameter	250	35	325	45
< 6 mm diameter	145	20	180	25
Benda kerja lain (termasuk coran)				
≥ 3 mm	325	45	395	55
< 3 mm	250	35	325	45
^a Lihat catatan 3 pada butir 6.2.3 ^b Lihat butir 3.10 ^c Lihat butir 3.11				

Bibliografi

SNI 07-1353-1989, Petunjuk praktis proses pelapisan seng celup panas.

EN ISO 2177:1994, *Metallic and oxide coatings – Measurement of coating thickness – Coulometric method by anodic dissolution (ISO 2177:1985)*

EN ISO 2808:1997, *Paints and varnishes – Determination of film thickness.*











BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : bsn@bsn.or.id